

Identifying fuel-feed related faulty operating of IC engine individual cylinders

Patent number: DE19540826
Publication date: 1997-05-07
Inventor: RINGEL THOMAS DIPL PHYS (DE)
Applicant: DAIMLER BENZ AG (DE)
Classification:
- international: F02D41/22; F02M65/00; G01M15/00
- european: F02D41/22B; F02M65/00; G01M15/11
Application number: DE19951040826 19951102
Priority number(s): DE19951040826 19951102

Abstract of DE19540826

The method for identifying individual cylinder faults is carried out in a number of steps. Firstly a specified operating condition of the IC engine is set and the rpm (nv) of the engine is determined. A command is then given for interrupting the fuel supply to the cylinder under test. The rpm (nni) is then redetermined. It is then determined, whether the difference ($dni = nv - nvi$) of the rpm (nv) before carrying out the command for the fuel interruption minus the rpm (nni) of the engine after carrying out of the command, is smaller than a specifiable limit value (dg). If the answer is yes, a faulty function data related to this cylinder is produced. The command for the fuel interruption to this cylinder is lifted and the last three steps at least are repeated for all further cylinders of the IC engine.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

THIS PAGE BLANK (USPTO)



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 195 40 826 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁶:
F 02 D 41/22
F 02 M 65/00
G 01 M 15/00

②1 Aktenzeichen: 195 40 826.8
②2 Anmeldetag: 2. 11. 95
④3 Offenlegungstag: 7. 5. 97

DE 195 40 826 A 1

⑦1 Anmelder:

Daimler-Benz Aktiengesellschaft, 70567 Stuttgart,
DE

⑦2 Erfinder:

Ringel, Thomas, Dipl.-Phys., 70376 Stuttgart, DE

⑤6 Entgegenhaltungen:

DE	42 43 178 A1
DE	42 32 261 A1
DE	41 06 418 A1
DE	40 02 210 A1
DE	39 33 826 A1

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Verfahren zur zylinderindividuellen Fehlfunktionserkennung bei einer Brennkraftmaschine

⑤7 Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur zylinderindividuellen Erkennung von Fehlfunktionen des oder der Zylinder einer Brennkraftmaschine, die auf einen Defekt bei der Kraftstoffeinspritzung und/oder Kraftstoffverwertung im Brennraum zurückgehen.

Es wird vorgeschlagen, ausgehend von einem definierten Betriebszustand mit erhöhter Drehzahl sequentiell für jeden Zylinder zunächst einen Befehl zur Unterbrechung der Kraftstoffzuführung abzugeben und dann zu erfassen, ob die Differenz der Motordrehzahl vor und nach Abgabe dieses Befehls geringer als ein vorgebbarer Grenzwert ist, wobei bejahendenfalls eine Fehlfunktionsinformation erzeugt wird. Damit lassen sich Fehlfunktionen wie ein verstopftes oder in Schließstellung klemmendes Einspritzventil ohne größeren Systemeingriff allein durch geeignete Ansteuerung der Kraftstoffzuführung und Auswertung der Motordrehzahl diagnostizieren.

Verwendung z. B. zur Fehlerdiagnose bei Kraftfahrzeugmotoren.

DE 195 40 826 A 1

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur zylinderindividuellen Erkennung von kraftstoffzufuhrbezogenen Fehlfunktionen bei einer Brennkraftmaschine mit mehreren Zylindern und ansteuerbarer Kraftstoffzuführung, speziell auf ein solches Verfahren, das von einem Fahrzeugdiagnosesystem ohne messenden Eingriff in den Brennraum der Brennkraftmaschine selbsttätig durchführbar ist.

In der Offenlegungsschrift DT 26 25 171 A1 sind ein Verfahren und eine Einrichtung zur Erkennung von Störungen bei einzelnen Zylindern von Brennkraftmaschinen beschrieben, bei denen die Störungserkennung auf einer Analyse der Phasenverschiebungen von Signalen beruht, welche die Istdrehzahl der Brennkraftmaschine im laufenden Betrieb bzw. eine daraus gemittelte konstante Drehzahl repräsentieren.

Aus der Offenlegungsschrift DE 42 43 178 A1 ist ein Verfahren zur Erkennung undichter Einspritzventile bei einer Brennkraftmaschine bekannt, das während eines Startvorgangs durchgeführt werden kann. Dabei werden alle Zylinder einschließlich derjenigen, in die momentan keine Kraftstoffeinspritzung erfolgt, gezündet, während gleichzeitig eine jeweilige Drehzahlmessung vor und nach den ersten Zündungen vorgenommen wird. Wenn sich diese Drehzahlwerte in vorgegebbarer Weise unterscheiden, wird auf ein undichtes Einspritzventil geschlossen.

In der Offenlegungsschrift DE 41 06 418 A1 ist eine Einrichtung zum Warnen vor Düsenverstopfung bei Kraftstoffeinspritzsystemen offenbart, die eine Steuereinheit mit einem Rechner voraussetzt, der ein von den Motorbetriebsbedingungen abhängiges Kraftstoffeinspritzimpulsbreitensignal erzeugt. Eine Vergleichseinrichtung vergleicht die Leerlaufgeschwindigkeit des Motors mit der gewünschten Leerlaufgeschwindigkeit und erzeugt eine Korrekturimpulsbreite, um die die Kraftstoffeinspritzimpulsbreite korrigiert wird. Mittels einer weiteren Vergleichseinrichtung wird diese Korrekturimpulsbreite mit einer Bezugsimpulsbreite verglichen. Wenn die Korrekturimpulsbreite größer ist als die Bezugsimpulsbreite, wird ein vor einer Düsenverstopfung warnendes Signal erzeugt.

Aus der Offenlegungsschrift DE 39 33 826 A1 ist eine Motorregelvorrichtung für eine mehrzylindrige Brennkraftmaschine bekannt, die eine Erfassungseinrichtung, welche anhand des Wertes eines Motorbetriebsparameters, speziell der Abgastemperatur, die Anzahl nichtzündender Zylinder im Motor erfaßt, eine Kraftstoff-Steuereinrichtung, die vorübergehend die Kraftstoffzufuhr nacheinander zu jedem Zylinder des Motors unterbricht, wenn ein nichtzündender Zylinder festgestellt wurde, sowie eine Erkennungseinrichtung aufweist, welche einen fehlzündenden Zylinder anhand einer Veränderung in der Anzahl derjenigen Zylinder erkennt, welche die Erfassungseinrichtung bei Unterbrechung der Kraftstoffzufuhr zu einem Zylinder jeweils als einen solchen erfaßt, in dem eine Zündung stattfindet.

Speziell wird hierbei die Tatsache ausgenutzt, daß bei Zündaussetzern die Abgastemperatur um so stärker abfällt, je größer die Anzahl der fehlzündenden Zylinder ist. Wird die Kraftstoffzufuhr zu einem Zylinder unterbrochen, in welchem keine Fehlzündung vorliegt, so steigt die Abgastemperatur an, während keine Veränderung der Abgastemperatur eintritt, wenn die Kraftstoffzufuhr zu einem fehlzündenden Zylinder unterbrochen wird, so daß sich durch die sequentielle Kraftstoffzu-

fuhrunterbrechung individuell der oder die fehlzündenden Zylinder erkennen lassen.

Der Erfindung liegt als technisches Problem die Bereitstellung eines Verfahrens zugrunde, das auf verhältnismäßig einfache Weise eine zuverlässige zylinderindividuelle Erkennung von kraftstoffzufuhrbezogenen Fehlfunktionen bei einer Brennkraftmaschine mit mehreren Zylindern erlaubt.

Dieses Problem wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Dieses Verfahren benötigt zwingend als Meßgröße lediglich die Motordrehzahl, eine Information, die häufig ohnehin bereits zu anderweitigen Zwecken von einer entsprechenden Motorsteuerung erfaßt wird, wobei bevorzugt als weitere Meßgröße die Kühlmitteltemperatur zum Einstellen des vorgebbaren aktiven Betriebszustandes herangezogen wird, eine Information, die ohnehin in jedem Kraftfahrzeug vorliegt. Weitere Messungen, z. B. der Abgastemperatur, sind ebenso wenig erforderlich wie Eingriffe in die Zylinderbrennräume. Das Verfahren kann problemlos in ein Fahrzeugdiagnosesystem, beispielsweise in Form eines wissensbasierten Fahrzeugdiagnosesystems, implementiert werden. Für die Erkennung einer kraftstoffzufuhrbezogenen Zylinderfehlfunktion wird die Tatsache ausgenutzt, daß ausgehend von einem laufenden Motorbetrieb auf die Deaktivierung der Kraftstoffzuführung für einen ordnungsgemäß arbeitenden Zylinder hin die Motordrehzahl um einen bestimmten Wert absinkt, während die Drehzahl im wesentlichen konstant bleibt, wenn für den entsprechenden Zylinder bereits vor der Deaktivierung der Kraftstoffzuführung eine Fehlfunktion vorliegt. Insbesondere läßt sich damit zylinderindividuell erkennen, daß ein zugehöriges Einspritzventil verstopft ist oder in geschlossener Stellung klemmt. Des weiteren ist je nach Anwendungsfall auch die Erkennung weitergehender mechanischer Defekte, wie z. B. eines gebrochenen Kolbenrings, möglich.

In Weiterbildung der Erfindung nach Anspruch 2 ist vorgesehen, zur Verfahrensdurchführung einen Ausgangszustand des Motorbetriebs einzustellen, bei der die Drosselklappe über die Leerlaufstellung hinaus geöffnet ist. Zum einen verhindert dies ein Abwürgen des Motors durch die Deaktivierung der Kraftstoffzuführung für den jeweiligen Zylinder, und zum anderen ergeben sich größere und damit leichter erfaßbare Drehzahldifferenzen, wenn die jeweilige Deaktivierung der Kraftstoffzuführung ausgehend von einer erhöhten Motordrehzahl erfolgt.

Eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird nachfolgend beschrieben.

Die einzige Figur zeigt einen Programmablaufplan eines Verfahrens zur zylinderindividuellen Erkennung von kraftstoffeinspritzbezogenen Fehlfunktionen bei einer Brennkraftmaschine mit mehreren, jeweils mit einem zugeordneten, individuell ansteuerbaren Kraftstoffeinspritzventil versehenen Zylindern.

Das nachfolgend beschriebene Verfahrensbeispiel bezieht sich auf die zylinderindividuelle Erkennung von Fehlfunktionen bei einer Brennkraftmaschine mit einer Anzahl m , $m > 1$, von Zylindern, denen jeweils ein elektronisch angesteuertes Einspritzventil zugeordnet ist, und zwar von solchen Fehlfunktionen, die auf eine fehlerhafte Kraftstoffeinspritzung in den Brennraum oder eine fehlerhafte Kraftstoffausnutzung in demselben zurückgehen. Speziell können damit Fehlfunktionen aufgrund eines verstopften oder in Schließstellung klemmenden Einspritzventils oder aufgrund eines ge-

brochenen Kolbenrings erkannt werden. Selbst moderne Motorsteuergeräte können solche Fehler wegen der hierzu fehlenden Sensorik nicht direkt erkennen. Eine indirekte Erkennung über eine Gemischbeanstandung, z. B. Feststellung eines zu mageren Gemischs, gibt noch keinen Hinweis auf die Fehlerursache. Das nachfolgend näher beschriebene Verfahren dient dazu, eine weitergehende Fehlerdiagnose an der System Brennkraftmaschine, z. B. zwecks Anschluß bestimmter Meßgeräte, nicht erforderlich ist.

An Hardware setzt das Verfahren ein Motorsteuergerät für die Brennkraftmaschine voraus, das für einen Kommunikationsaufbau mit einem externen Gerät, z. B. über geeignete Kommunikationsprotokolle mit einem PC, zur Übermittlung der Motordrehzahlinformation an das angeschlossene externe Gerät, zum gezielten Ein- und Ausschalten der einzelnen Einspritzventile sowie zur Verstellung der Drosselklappe eingerichtet ist. Motorsteuergeräte mit diesen Basisfunktionalitäten sind bekannt und werden beispielweise bereits in Kraftfahrzeugen der Anmelderin eingesetzt, so daß sich eine nähere Beschreibung hierzu erübrigt. Als externes Kommunikationsgerät eignet sich ein handelsüblicher PC mit entsprechender Einsteckkarte und spezieller Kommunikationssoftware, wodurch ein Diagnosedatenerfassungssystem gebildet werden kann, das Anforderungen von anderen Systemen, z. B. eine Anforderung zur Übermittlung der Motordrehzahl, zur Weitergabe an das angeschlossene Motorsteuergerät umsetzt. Des weiteren kann als verfahrensleitende Komponente ein wissensbasiertes Diagnosesystem verwendet werden, das in der Lage ist, umfangreiche Prüfvorgänge automatisch durchzuführen und die Prüfungsergebnisse selbstständig zu interpretieren. Auf den vom System durchgeführten Ablauf des Verfahrens zur zylinderindividuellen Erkennung von Kraftstoffzufuhrbezogenen Fehlfunktionen, wie er im Programmablaufplan gezeigt ist, wird nun näher eingegangen.

Das Verfahren beginnt nach dem Start (Schritt 1) zunächst mit der Einstellung eines definierten Betriebszustands bei laufendem Motor. Dafür wird zum einen durch Leerlaufbetrieb die Motortemperatur, die über eine Kühlmitteltemperatur (T_{ist}) erfaßt wird, in einer Aufheizphase auf Betriebstemperatur gebracht. Genauer wird dabei ein Zeitähler (t_{ist}) anfangs auf null gesetzt (Schritt 13) und dann vom Motorsteuergerät abgefragt, ob die Kühlmitteltemperatur (T_{ist}) bereits ihren Solltemperaturwert (T_0) erreicht hat (Schritt 14). Ist dies nicht der Fall, wird der Zeitähler (t_{ist}) um die seit der letzten Temperaturmessung verstrichene Zeitdauer (dt) erhöht (Schritt 15) und anschließend daraufhin abgefragt, ob er bereits größer als eine vorgegebene Wartezeitdauer (t_{max}) ist (Schritt 16). Wenn nicht, wird rekursiv vor den Abfrageschritt (14) bezüglich der Kühlmitteltemperatur (T_{ist}) zurückgesprungen. Wenn hingegen die Wartezeitdauer (t_{max}) überschritten wird, wird dies als Systemfehler dahingehend interpretiert, daß der Motor seine Betriebstemperatur nicht innerhalb der hierfür vorgesehenen Zeitdauer erreicht hat (Schritt 17), und das Verfahren wird angehalten (Schritt 18). Erreicht hingegen die Kühlmitteltemperatur (T_{ist}) innerhalb der vorgesehenen Zeitdauer ihren Solltemperaturwert (T_0), so wird anschließend der Drosselklappenwinkel auf einen vorbestimmten Wert (α) größer als der minimale Drosselklappenwinkel (α_0) eingestellt, so daß der Motor mit einer gegenüber der Leerlaufdrehzahl erhöhten Drehzahl läuft (Schritt 2). Anschließend wird im gleichen Schritt (2) vom System die in diesem Zustand vor-

liegende Motordrehzahl (n_v) erfaßt. Dies kann durch eine Drehzahlmessung oder dadurch geschehen, daß der einzustellende Wert (α) des Drosselklappenwinkels so gewählt wird, daß sich eine vorbestimmte Drehzahl ergibt. Dem System ist in diesem Ausgangszustand des weiteren die Anzahl (m) der vorhandenen Zylinder bekannt, und ein diesbezüglicher Zählindex (i) wird anfänglich auf eins gesetzt.

Im nächsten Schritt (3) wird ein elektronischer Steuerbefehl zum Schließen des einem ersten Zylinder zugeordneten Einspritzventils (EV_1) an letzteres abgegeben. Daraufhin wird einige Sekunden gewartet, bis sich ein quasistationärer Betriebszustand eingestellt hat, wonach die dann vorliegende Motordrehzahl (n_{n1}) gemessen und dem auswertenden Systemteil übermittelt wird (Schritt 4). Dort wird als nächstes die Differenz ($d_{n1} = n_v - n_{n1}$) zwischen der Motordrehzahl (n_v) im Ausgangszustand und der nach Abgabe des Schließbefehls für das Einspritzventil (EV_1) des ersten Zylinders gemessenen Motordrehzahl (n_{n1}) bestimmt (Schritt 5).

Anschließend wird in einem Abfrageschritt (6) festgestellt, ob diese ermittelte Drehzahldifferenz (d_{n1}) kleiner als ein vorgegebener Grenzwert (dg) ist. Wenn dies der Fall ist, wird eine Warninformation erzeugt, die eine Fehlfunktion des gerade überprüften Zylinders anzeigt (Schritt 7). Eine derartige Fehlerinformationsanzeige erfolgt nicht, wenn der Abfrageschritt (6) ergibt, daß die ermittelte Drehzahldifferenz (d_{ni}) nicht kleiner als der vorgegebene Grenzwert (dg) ist. Den Grund für diese Maßnahme bildet die Tatsache, daß durch das Abstellen eines Einspritzventils die Motordrehzahl um ein bestimmtes Maß absinkt, wenn der zugehörige Zylinder samt dem entsprechenden Einspritzventil ordnungsgemäß funktionieren. Ist letzteres hingegen nicht der Fall, z. B. wegen Klemmen des Einspritzventils in seiner Schließstellung oder Verstopfen desselben oder wegen eines gebrochenen Kolbenrings, so hat der Befehl zum Schließen des Einspritzventils keine merkliche Auswirkung auf die Motordrehzahl. Mittels geeigneter Festlegung des Grenzwertes (dg) kann daher durch den Abfrageschritt (6) eindeutig erkannt werden, ob eine solche kraftstoffzufuhrbezogene Fehlfunktion des geprüften Zylinders vorliegt.

Nach dieser Drehzahlanalyse und der eventuellen Fehlfunktionsmeldung wird dann ein Befehl zum Öffnen des zum gerade überprüften Zylinder gehörigen Einspritzventils (EV_i) an letzteres abgegeben, wodurch wieder der anfängliche Ausgangszustand eines normalen Motorbetriebs mit erhöhter Drehzahl hergestellt wird (Schritt 8). Im nächsten Schritt (9) wird der Zylinderzählindex (i) um eins erhöht. Daran schließt sich eine Abfrage (Schritt 10) an, ob der Zählindex (i) größer als die Anzahl (m) vorhandener Zylinder ist. Solange dies nicht der Fall ist, kehrt das Verfahren in einer Programmschleife vor den Schritt (3) zur Abgabe eines Schließbefehls für das Einspritzventil (EV_i) des zu überprüfenden Zylinders zurück, mit der Folge, daß nun der nachfolgende, oben beschriebene Programmteil für den nächsten zu prüfenden Zylinder durchgeführt wird. Wenn alle Zylinder überprüft wurden und der Zählindex (i) folglich die Zahl (m) vorhandener Zylinder im diesbezüglichen Abfrageschritt (10) überschritten hat, wird der Betriebszustand des Motors durch Einstellen des Drosselklappenwinkels (α) auf den Minimalwert (α_0) in den Leerlaufzustand zurückgesetzt (Schritt 11), wonach der Verfahrensablauf beendet ist (Schritt 12).

Nach dem Verfahrensende liegt für jeden Zylinder die gewünschte Information darüber vor, ob er hinsichtlich

Kraftstoffeinspritzung und Kraftstoffverwertung ordnungsgemäß funktioniert. Ersichtlich eignet sich dieses Verfahren mit sequentieller Überprüfung der einzelnen Zylinder mittels temporärer Anforderung einer Kraftstoffzufuhrunterbrechung sequentiell für die einzelnen Zylinder für Brennkraftmaschinen mit einer beliebigen Anzahl (m) von Zylindern.

Patentansprüche

1. Verfahren zur zylinderindividuellen Erkennung von kraftstoffzufuhrbezogenen Fehlfunktionen bei einer Brennkraftmaschine, gekennzeichnet durch folgende Schritte:

- a) Einstellen eines vorgebbaren aktiven Betriebszustandes der Brennkraftmaschine,
 - b) Erfassen der Drehzahl (n_v) der Brennkraftmaschine,
 - c) Abgeben eines Befehls zur Unterbrechung der Kraftstoffzufuhr für einen zu überprüfen den Zylinder,
 - d) Erfassen der Drehzahl (n_{vi}) der Brennkraftmaschine,
 - e) Ermitteln, ob die Differenz ($dn_i = n_v - n_{vi}$) der Drehzahl (n_v) der Brennkraftmaschine vor Ausführung des Schrittes c abzüglich der Drehzahl (n_{vi}) der Brennkraftmaschine nach Ausführung des Schrittes c geringer als ein vorgebbarer Grenzwert (dg) ist, und bejahendenfalls Erzeugen einer Fehlfunktionsinformation bezüglich dieses Zylinders,
 - f) Aufheben des Befehls zur Unterbrechung der Kraftstoffzuführung für den überprüften Zylinder und
 - g) Wiederholen wenigstens der Schritte c bis f für alle weiteren Zylinder der Brennkraftmaschine.
2. Verfahren nach Anspruch 1, weiter dadurch gekennzeichnet, daß im Schritt a ein vorgegebener Drosselklappenwinkel (α) eingestellt wird, der größer als der minimale Drosselklappenwinkel (α_0) ist.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

